

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Mai 2004 (27.05.2004)

PCT

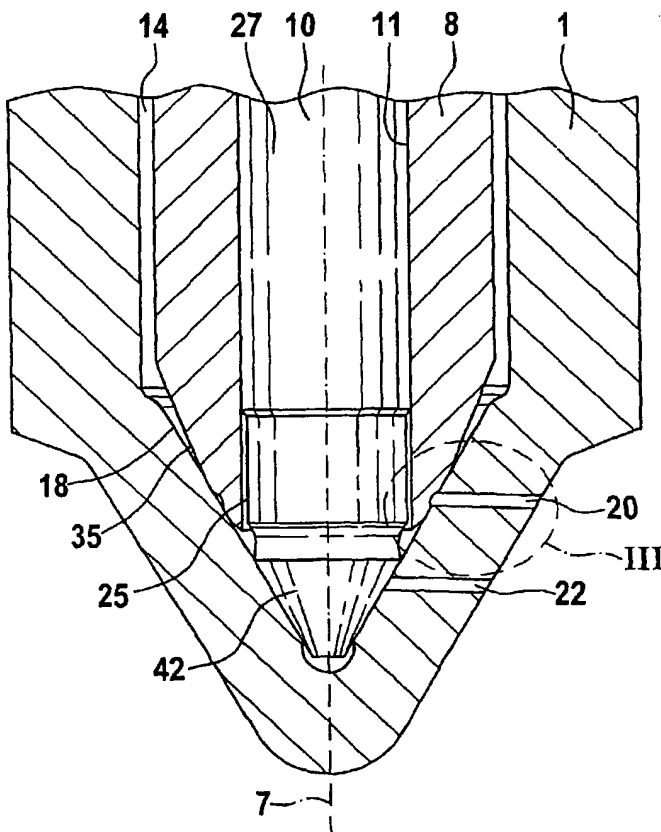
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/044414 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 45/08, 61/18 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003561 (72) Erfinder; und
- (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Oktober 2003 (27.10.2003) (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KUEGLER, Thomas [DE/DE]; Siebenmorgenstrasse 12, 70825 Korn-tal-Muenchingen (DE). ÜSKÜDAR, Hasiman [TR/TR]; Ihsaniye mah. Nilüfer sok. No:6/6, 16130 Bursa (TR). MERTENS, Jochen [DE/DE]; Hofstattstr. 19, 72764 Reutlingen (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 03 30, 70442 Stuttgart (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 52 660.5 11. November 2002 (11.11.2002) DE  
103 15 820.0 7. April 2003 (07.04.2003) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFEINSPRITZVENTIL FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection valve for internal combustion engines, comprising a valve body (1), with a drilling (3) embodied therein and defined at the combustion chamber end thereof by a conical valve seat (18) from which at least one injection opening (20) leads. A hollow valve needle (8) is arranged in the drilling (3) such as to be displaced longitudinally, comprising a valve sealing surface (35) at the end thereof facing the valve seat (18). A first sealing region (31; 34) and a second sealing region (32; 46; 48) are embodied on the valve sealing surface (35), whereby, on contact of the hollow valve needle (8) on the valve seat (18), the first sealing region (31; 34) provides a seal upstream of the at least one injection opening (20) and the second sealing region (32; 46; 48) downstream thereof.

(57) Zusammenfassung: Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem eine Bohrung (3) ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz (18) begrenzt wird, von dem wenigstens eine Einspritzöffnung (20) ausgeht. In der Bohrung (3) ist eine Ventilhohlnadel (8) längsverschiebbar angeordnet, die an ihrem dem Ventilsitz (18) zugewandten Ende eine Ventildichtfläche (35) aufweist. An der Ventildichtfläche (35) ist ein erster Dichtbereich (31; 34) und ein zweiter Dichtbereich (32; 46; 48) ausgebildet, wobei der erste Dichtbereich (31; 34) bei Anlage der Ventilhohlnadel (8) am Ventilsitz (18) stromaufwärts und der zweite Dichtbereich (32; 46; 48) stromabwärts der wenigstens einen Einspritzöffnung (20) eine Abdichtung bewirkt.



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

5

Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

## 10 Stand der Technik

Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen aus, wie es beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 100 58 153 A1 bekannt ist. Ein solches Kraftstoffeinspritzventil weist einen Ventilkörper auf, in dem eine Bohrung ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem Ventilsitz begrenzt wird. In der Bohrung ist eine kolbenförmige Ventilhohlnadel angeordnet, die an ihrem brennraumseitigen, also dem Ventilsitz zugewandten Ende eine Ventildichtfläche aufweist, mit der sie mit dem Ventilsitz zusammenwirkt. Dadurch wird wenigstens eine Einspritzöffnung geöffnet und geschlossen, die vom Ventilsitz ausgeht und die in Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in dem Brennraum der Brennkraftmaschine mündet.

15

Der Kraftstoff wird üblicherweise in einem Druckraum vorgehalten, der zwischen der Ventilhohlnadel und der Wand der Bohrung ausgebildet ist. Im Druckraum herrscht zumindest während des Einspritzvorgangs ein hoher Druck, so dass eine gute Zerstäubung des Kraftstoffs erreicht wird, was für einen effektiven und schadstoffarmen Verbrennungsvorgang unerlässlich ist. Zwischen den Einspritzungen müssen die Einspritzöffnungen jedoch abgedichtet werden, damit kein Kraftstoff unkontrolliert in den Brennraum gelangen kann, was zu erhöhten Schadstoffemissionen führt. Außerdem ist sonst die Gefahr des sogenannten Rückblasens gegeben, bei dem aus dem

20

25

Brennraum Verbrennungsgase durch die Einspritzöffnungen in das Einspritzventil eindringen und dort den Zustand so verändern, dass der nachfolgende Einspritzvorgang nicht optimal ablaufen kann. Es wird dann beispielsweise zu wenig Kraftstoff eingespritzt, was sich in einem Leistungsabfall bemerkbar macht. Darüber hinaus kann sich der Einspritzzeitpunkt verschieben, was einen unruhigen Lauf und erhöhte Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine zur Folge hat.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass die Einspritzöffnungen in den Einspritzpausen abgedichtet werden. Hierzu weist die Ventilhohlnadel an ihrer Ventildichtfläche zwei Dichtbereiche auf, wobei der erste Dichtbereich stromaufwärts und der zweite Dichtbereich stromabwärts der wenigstens einen Einspritzöffnung eine Abdichtung zwischen Ventildichtfläche und Ventilsitz bewirkt. Durch beide Dichtbereiche wird der Eintritt der Einspritzöffnungen abgedichtet, so dass weder Kraftstoff unkontrolliert in den Brennraum gelangen kann, noch Verbrennungsgase aus dem Brennraum über die Einspritzöffnungen in das Kraftstoffeinspritzventil eindringen können.

Durch die Unteransprüche sind vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung möglich.

In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung ist der erste Dichtbereich als Konusfläche ausgebildet. Dadurch ergibt sich eine flächige Auflage auf dem Ventilsitz, was dort die Flächenpressung reduziert und damit die mechanische Beanspruchung. Auch der zweite Dichtbereich kann in dieser Form ausgebildet sein.

Soll die Abdichtung auch hohen Drücken standhalten, so können die Dichtbereiche durch Kanten ausgebildet werden. Hierzu ist der erste Dichtbereich am Übergang einer ersten Konusfläche zu einer zweiten Konusfläche ausgebildet, wobei die Konusflächen einen Teil der Ventildichtfläche bilden. Auch der zweite Dichtbereich kann durch eine Kante ausgebildet sein, vorzugsweise dadurch, dass eine dritte Konusfläche an der Ventildichtfläche vorgesehen ist, zwischen der und der zweiten Konusfläche eine Ringnut ausgebildet ist. Am Übergang der Ringnut zur dritten Konusfläche, die einen größeren Öffnungswinkel aufweist als der konische Ventilsitz, ergibt sich dann eine Kante, die den zweiten Dichtbereich bildet. Statt einer Ringnut kann es auch vorgesehen sein, zwischen zwei Konusflächen zwei weitere Konusflächen auszubilden, die so geneigt sind, dass dadurch eine ringnutartige Ausnehmung entsteht, die die Einspritzöffnungen überdeckt. Eine solche Ausführung lässt sich leichter fertigen als eine gerundete Ringnut, da ein und dasselbe Werkzeug für sämtliche Konusflächen verwendbar ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der zweite Dichtbereich, der stromabwärts des ersten Dichtbereichs angeordnet ist, vor dem ersten Dichtbereich bei der Schließbewegung der Ventilhohlnadel auf dem Ventilsitz aufsetzt. Hierdurch muss sich das stromabwärtige, brennraumseitige Ende der Ventilhohlnadel nach dem Aufsetzen des zweiten Dichtbereichs auf die Ventildichtfläche elastisch etwas nach innen verformen, was dann das Aufsetzen des ersten Dichtbereichs ermöglicht. Damit ergibt sich eine hohe Flächenpressung sowohl im ersten als auch im zweiten Dichtbereich und damit eine sehr sichere Abdichtung der Einspritzöffnungen. Um diese Wirkung zu erleichtern und eine gute elastische Verformbarkeit zu ermöglichen kann stromabwärts des ersten Dichtbereichs an der Ventilhohlnadel eine Auskehlung vorgesehen sein, durch die eine elastische Dichtlippe gebildet wird. An der Dichtlippe ist der zweite Dichtbereich ausgebildet, der vor dem ersten

Dichtbereich auf dem Ventilsitz aufsetzt. Die Dichtlippe ist leicht elastisch verformbar, was einerseits eine gute Abdichtung sicherstellt und andererseits zu keinen übermäßigen Verformungen oder Spannungen der Ventilhohlnadel führt.

5

#### Zeichnung

In der Zeichnung sind verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

10

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil,

Figur 2 eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts der Figur 1,

.5

Figur 3 eine Vergrößerung des mit III bezeichneten Ausschnitts der Figur 2,

Figur 4,

Figur 5,

Figur 6,

10

Figur 7 und

Figur 8 jeweils in gleicher Darstellung wie Figur 3 weitere Ausführungsbeispiele.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

5

In Figur 1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt dargestellt. In einem Ventilkörper 1 ist eine Bohrung 3 ausgebildet, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem konischen Ventilsitz 18 begrenzt wird. Vom Ventilsitz 18 gehen äußere Einspritzöffnungen 20 und innere Einspritzöffnungen 22 ab, die bezüglich der Längsachse 7 der Bohrung 3 auf unterschiedlicher Höhe angeordnet sind. Es ist im allgemeinen vorgesehen, jeweils mehrere Einspritzöffnungen über den Umfang des Einspritzventils auszubilden, wobei alle äußeren Einspritzöffnungen 20 und alle inneren Einspritzöffnungen 22 bezüglich der Längsachse 7 der Bohrung 3 auf derselben Höhe

5

angeordnet sind, so dass zwei Einspritzöffnungsreihen gebildet werden. Die Einspritzöffnungen 20, 22 münden in Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in den Brennraum der Brennkraftmaschine.

5

10

.5

:0

In der Bohrung 3 ist eine Ventilhohlnadel 8 längsverschiebbar angeordnet, die in einem brennraumabgewandten Führungsabschnitt der Bohrung 3 dichtend geführt ist. Ausgehend vom geführten Abschnitt verjüngt sich die Ventilhohlnadel 8 dem Ventilsitz 18 zu unter Bildung einer Druckschulter 12 und geht an ihrem brennraumseitigen, dem Ventilsitz 18 zugewandten Ende in eine Ventildichtfläche 35 über, die im wesentlichen konisch ausgebildet ist und mit der die Ventilhohlnadel 8 mit dem Ventilsitz 18 zusammenwirkt. Zwischen der Ventilhohlnadel 8 und der Wand der Bohrung 3 ist ein Druckraum 14 ausgebildet, der in einem an den Führungsabschnitt angrenzenden Bereich radial erweitert ist. In die radiale Erweiterung des Druckraums 14 mündet ein im Ventilkörper 1 verlaufender Zulaufkanal 16, über den der Druckraum 14 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist.

5

0

5

Die Ventilhohlnadel 18 weist eine Längsbohrung 11 auf, die konzentrisch zur Längsachse der Ventilhohlnadel 18 ausgebildet ist und sich über deren gesamte Länge erstreckt. In der Längsbohrung 11 ist eine Ventilnadel 10 längsverschiebbar angeordnet, die an ihrem brennraumseitigen Ende eine Ventildichtfläche 42 aufweist, mit der die Ventilnadel 10 mit dem Ventilsitz 18 zur Steuerung der inneren Einspritzöffnungen 22 zusammenwirkt. Die Ventilnadel 10 wird in der Längsbohrung 11 nahe dem Ventilsitz 18 in einem Führungsabschnitt 27 geführt, der durch eine leichte Verdickung der Ventilnadel 10 gebildet wird. Sowohl die Ventilhohlnadel 8 als auch die Ventilnadel 10 werden an ihrem brennraumfernen Ende von einer Schließkraft beaufschlagt, die in Richtung des Ventilsitzes 18 weist und die beispielsweise durch jeweils eine Feder oder durch eine hydraulische Vorrichtung erzeugt wird.

Figur 2 zeigt eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts der Figur 1. Die Ventilhohlnadel 8 wirkt so mit dem Ventilsitz 18 zusammen, dass bei Anlage der Ventilhohlnadel 8 am Ventilsitz 18 die äußeren Einspritzöffnungen 20 verschlossen werden. In ähnlicher Weise verschließt die Ventilhohlnadel 10 bei Anlage am Ventilsitz 18 die inneren Einspritzöffnungen 22.

Die Funktion des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt:  
Zu Beginn des Einspritzzyklus sind sowohl die Ventilhohlnadel 8 mit ihrer Ventildichtfläche 35 als auch die Ventilhohlnadel 10 mit ihrer Ventildichtfläche 42 in Anlage am Ventilsitz 18. Im Druckraum 14 herrscht bereits ein hoher Kraftstoffdruck, durch den sich eine hydraulische Öffnungskraft auf die Druckschulter 12 der Ventilhohlnadel 8 ergibt. Soll die Einspritzung beginnen wird die Schließkraft auf die Ventilhohlnadel 8 reduziert, so dass jetzt die hydraulische Öffnungskraft die Schließkraft übertrifft. Dadurch ergibt sich eine resultierende Kraft auf die Ventilhohlnadel 8, die diese vom Ventilsitz 18 wegbewegt. Die äußeren Einspritzöffnungen 20 werden somit freigegeben und Kraftstoff kann aus dem Druckraum 14 zwischen der Ventildichtfläche 35 und dem Ventilsitz 18 hindurch zu den äußeren Einspritzöffnungen 20 fließen und wird durch diese hindurch in den Brennraum eingespritzt. Die Ventilhohlnadel 10 verharrt vorerst in ihrer Schließstellung, in der die inneren Einspritzöffnungen 22 verschlossen sind. Da bis jetzt nur ein Teil der Einspritzöffnungen 20, 22 geöffnet ist, wird der Kraftstoff mit einer relativ geringen Rate eingespritzt, die beispielsweise für eine Voreinspritzung nötig ist. Nach dem Abheben der Ventilhohlnadel 8 vom Ventilsitz 18 wird die Ventilhohlnadel 10 vom Kraftstoffdruck beaufschlagt, so dass sich auch auf die Ventilhohlnadel 10 eine hydraulische Öffnungskraft ergibt, die der entsprechenden Schließkraft entgegengerichtet ist. Sobald die Öffnungskraft überwiegt, bewegt sich auch die Ventilhohlnadel 10.



del 10 vom Ventilsitz 18 weg, wodurch die inneren Einspritzöffnungen 22 freigegeben werden. Jetzt wird Kraftstoff durch sämtliche Einspritzöffnungen 20, 22 mit einer erheblich höheren Rate einspritzt, wie es beispielsweise für die Haupteinspritzung nötig ist.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Schließkraft auf die Ventilhohlnadel 8 stets konstant bleibt. In diesem Fall wird der Kraftstoffdruck im Druckraum 14 erst vor Beginn der Einspritzung erhöht, bis der ansteigende Kraftstoffdruck durch die hydraulischen Kräfte auf die Ventilhohlnadel 8 die Schließkraft überwiegen. Alternativ kann es auch vorgesehen sein, dass die Ventilhohlnadel 10 durch eine entsprechend große Schließkraft geschlossen bleibt und die Ventilhohlnadel 8 nach dem Öffnen in ihre Schließstellung zurückgleitet. Eine solche Einspritzung wird beispielsweise für eine von der Haupteinspritzung zeitlich getrennte Vor- oder Piloteinspritzung benötigt.

Die Figur 3 zeigt einen vergrößert dargestellten Ausschnitt der Ventilhohlnadel 8 im Bereich der Ventildichtfläche 35, wobei dieser Ausschnitt in Figur 2 mit III bezeichnet ist. Die Ventildichtfläche 35 weist eine erste Konusfläche 30, eine zweite Konusfläche 31 und eine dritte Konusfläche 32 auf, die in dieser Reihenfolge in stromabwärtiger Richtung an der Ventildichtfläche 35 ausgebildet sind. Die erste Konusfläche 30 grenzt direkt an die zweite Konusfläche 31, so dass am Übergang eine Kante 34 ausgebildet ist. Hierbei ist der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  der ersten Konusfläche 30 kleiner als der Öffnungswinkel  $\alpha_2$  der zweiten Konusfläche 31. Der Öffnungswinkel  $\alpha_3$  der dritten Konusfläche 32 ist gleich dem der zweiten Konusfläche 31, und beide Konusflächen 31, 32 liegen auf einer gemeinsamen, gedachten Kegelfläche. Zwischen der zweiten Konusfläche 31 und der dritten Konusfläche 32 ist eine Ringnut 37 ausgebildet, deren stromaufwärtige Kante 45 und stromabwärtige Kante 46 bei Anlage der Ventildichtfläche

35 auf dem Ventilsitz 18 stromaufwärts bzw. stromabwärts der äußeren Einspritzöffnungen 20 liegen. Der Ventilsitz 18 ist ebenfalls konisch ausgebildet und weist einen Öffnungswinkel  $b$  auf, der gleich dem Öffnungswinkel  $a_2$  der zweiten Konusfläche 31 und dem Öffnungswinkel  $a_3$  der dritten Konusfläche 32 ist. Dadurch kommt in Schließstellung der Ventilhohlnadel 8 sowohl die zweite Konusfläche 31, die den ersten Dichtbereich bildet, als auch die dritte Konusfläche 32, die den zweiten Dichtbereich bildet, am Ventilsitz 18 zur Anlage, so dass die äußeren Einspritzöffnungen 20 zum Druckraum 14 und stromabwärts in Richtung der inneren Einspritzöffnungen 22 abgedichtet werden. Da die Ringnut 37 relativ flach ausgebildet ist und die beiden Dichtbereiche der Ventilhohlnadel 8 die Ringnut 37 ausreichend abdichten, ergibt sich über den äußeren Einspritzöffnungen 20 nur ein geringes Kraftstoffvolumen, das bei geschlossenem Kraftstoffeinspritzventil in den Brennraum gelangen kann.

Figur 4 zeigt dieselbe Ansicht wie Figur 3 eines weiteren Ausführungsbeispiels. Die zweite Konusfläche 31 weist hier jedoch einen Öffnungswinkel  $a_2$  auf, der größer als der Öffnungswinkel  $b$  des konischen Ventilsitzes 18 ist. Hierdurch ist die Kante 34, die am Übergang der ersten Konusfläche 30 zur zweiten Konusfläche 31 angeordnet ist, als Dichtkante ausgebildet und bildet den ersten Dichtbereich. Die dritte Konusfläche 32 ist gegenüber dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel unverändert. Die Kante 34 und die dritte Konusfläche 32, also die beiden Dichtbereiche, sind so in Bezug auf den Ventilsitz 18 angeordnet, dass im Neuzustand des Kraftstoffeinspritzventils die Kante 34 zuerst am Ventilsitz 18 anliegt, während die dritte Konusfläche 32 noch vom Ventilsitz 18 beabstandet ist, jedoch nur durch einen sehr dünnen Spalt, was eine ausreichende, aber nicht völlige Abdichtung ergibt. Im Betrieb hämmert sich die Kante 34 etwas in den Ventilsitz 18 ein, bis die dritte Konusfläche 32 in Schließstellung der Ventilhohlnadel 8 auf dem Ventilsitz

18 aufliegt, so dass dann eine Abdichtung an beiden Dichtbereichen gegeben ist bei hoher Flächenpressung und damit guter Abdichtung im ersten Dichtbereich, der gegen den Hochdruck des Druckraums dichtet. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass beim neuen Kraftstoffeinspritzventil die beiden Dichtbereiche so ausgerichtet sind, dass die Ventilhohlnadel 8 zuerst mit dem zweiten Dichtbereich, also der dritten Konusfläche 32, auf dem Ventilsitz 18 aufsetzt. Durch das Zusammenwirken mit dem Ventilsitz 18 wird die Ventilhohlnadel im Bereich der dritten Konusfläche 32 etwas elastisch nach innen verformt, soweit, dass die Kante 34 auf dem Ventilsitz 18 aufsitzt. So ergibt sich ebenfalls eine entsprechende Abdichtung stromaufwärts und stromabwärts der äußeren Einspritzöffnungen 20.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel in gleicher Darstellung wie Figur 3 zeigt Figur 5. Hier ist sowohl der Öffnungswinkel  $a_2$  der zweiten Konusfläche 31 als auch der Öffnungswinkel  $a_3$  der dritten Konusfläche 32 größer als der Öffnungswinkel  $b$  des konischen Ventilsitzes 18. Die stromabwärtige Kante 46 der Ringnut 37 bildet hier den zweiten Dichtbereich, der gegenüber dem ersten Dichtbereich, also der Kante 34, so ausgebildet ist, dass entweder der erste oder der zweite Dichtbereich zuerst auf dem Ventilsitz 18 aufliegt. Kommt der erste Dichtbereich, also die Kante 34, zuerst zur Anlage, so erfolgt die vollständige Abdichtung am zweiten Dichtbereich erst im Betrieb, bei dem sich die Kante 34 etwas in den Ventilsitz 18 einschlägt, bis die stromabwärtige Kante 46 der Ringnut 37 auf dem Ventilsitz 18 aufliegt. Liegt hingegen der zweite Dichtbereich, also die stromabwärtige Kante 46, zuerst auf dem Ventilsitz 18 auf, so dichtet der erste Dichtbereich, wie bei dem in Figur 4 gezeigten und oben beschriebenen Ausführungsbeispiel, wenn die Ventilhohlnadel 18 an ihrer Spitze elastisch nach innen verformt wird.

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in derselben Darstellung wie Figur 5. Der Öffnungswinkel  $\alpha_1$  der ersten konischen Fläche 30 ist kleiner als der Öffnungswinkel  $\beta$  des konischen Ventilsitzes 18, so dass am Übergang der ersten Konusfläche 30 zur Ringnut 37 eine stromaufwärtige Kante 45 ausgebildet ist, die den ersten Dichtbereich bildet. Die stromabwärtige Kante 46 der Ringnut 37 ist als zweiter Dichtbereich ausgeführt, an den sich ein konvexer Endabschnitts 39 anschließt. Das Zusammenspiel von stromaufwärtiger Kante 45 und stromabwärtiger Kante 46 der Ringnut 37 ist analog zu dem Ausführungsbeispiel der Figur 5. Es kann also sowohl vorgesehen sein, dass die stromaufwärtige Kante 45 vor der stromabwärtigen Kante 46 am Ventilsitz 18 anliegt als auch umgekehrt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Figur 7 dargestellt. Die Ventilnadel 8 weist neben der ersten Konusfläche 30 und der dritten Konusfläche 32, die gleich den Konusflächen in Figur 5 angeordnet sind, statt einer Ringnut eine obere Konusfläche 31a und eine untere Konusfläche 31b auf. Am Übergang der ersten Konusfläche 30 zur oberen Konusfläche 31a ist der erste Dichtbereich in Form einer stromaufwärtigen Kante 45 ausgebildet und entsprechend am Übergang der unteren Konusfläche 31b zur dritten Konusfläche 32 eine stromabwärtige Kante 46, die den zweiten Dichtbereich bildet. Der Vorteil dieser Anordnung ist die gute Fertigbarkeit, da mit den gleichen Werkzeugen sämtliche Konusflächen an der Ventilnadel 8 geschliffen werden können. Die Dichtfunktionen am ersten und zweiten Dichtbereich ist analog zu dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel.

Das Abdichten an beiden Dichtbereichen durch elastisches Verformen der Ventilhohlnadel 8 ist auch das Prinzip bei dem in Figur 8 dargestellten Ausführungsbeispiel, bei dem die identischen Teile der Ventilhohlnadel mit den gleichen Bezugsziffern wie in den Figuren 3, 4 und 5 bezeichnet sind.

Statt der Ringnut 37 und der dritten Konusfläche 32 ist hier eine Auskehlung 50 vorgesehen, durch die eine Dichtlippe 52 gebildet ist. An der Dichtlippe 52 ist eine Dichtkante 48 vorgesehen, die den zweiten Dichtbereich bildet. Durch die Auskehlung ist die Dichtlippe 52 relativ dünn ausgebildet, so dass eine gute elastische Verformbarkeit gegeben ist. Das Dichtprinzip ist, wie oben bereits beschrieben, dadurch gegeben, dass bei der Schließbewegung der Ventilhohlnadel 8 zuerst die Dichtkante 48 auf dem konischen Ventilsitz 18 aufsetzt. Durch die Andruckkraft der Ventilhohlnadel 8 auf den Ventilsitz 18 wird die Dichtlippe 52 elastisch nach innen verformt, bis die Kante 34, die analog zu dem in Figur 5 gezeigten Ausführungsbeispiel zwischen der ersten Konusfläche 30 und der zweiten Konusfläche 31 ausgebildet ist, auf dem Ventilsitz 18 aufsetzt.

5

## Ansprüche

10

15

20

25

30

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem eine Bohrung (3) ausgebildet ist, die an ihrem brennraumseitigen Ende von einem Ventilsitz (18) begrenzt wird, von dem wenigstens eine Einspritzöffnung (20) ausgeht, und mit einer Ventilhohlnadel (8), die längsverschiebbar in der Bohrung (3) angeordnet ist und die an ihrem dem Ventilsitz (18) zugewandten Ende eine Ventildichtfläche (35) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Ventildichtfläche (35) ein erster Dichtbereich (31; 34) und ein zweiter Dichtbereich (32; 46; 48) ausgebildet sind, wobei die Ventilhohlnadel (8) so mit dem Ventilsitz (18) zusammenwirkt, dass bei Anlage der Ventilhohlnadel (8) am Ventilsitz (18) der erste Dichtbereich (31; 34) stromaufwärts und der zweite Dichtbereich (32; 46; 48) stromabwärts der wenigstens einen Einspritzöffnung (20) eine Abdichtung zwischen Ventildichtfläche (35) und Ventilsitz (18) bewirkt.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtbereich (31; 34) als Konusfläche (31) ausgebildet ist, die bei Anlage der Ventilhohlnadel (8) auf dem Ventilsitz (18) flächig auf diesem aufliegt.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass stromabwärts der konischen Fläche (31) an der Ventilhohlnadel (8) eine Auskehlung (50) vorgesehen ist, so dass eine Dichtlippe (52) ausgebildet ist, an der der zweite Dichtbereich (48) ausgebildet ist,

wobei die Dichtlippe (52) elastisch nach innen verformbar ist.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dichtbereich (31; 34) als  
5 Konusfläche (32) ausgebildet ist, die bei Anlage der Ventilhohlnadel (8) auf dem Ventilsitz (18) flächig auf diesem aufliegt.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Dichtbereich (31; 34) und dem zweiten Dichtbereich (32; 46) eine umlaufende  
10 Ringnut (37) an der Ventildichtfläche (35) ausgebildet ist.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut (37) die wenigstens eine  
15 Einspritzöffnung (20) überdeckt.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtbereich (45) durch die stromaufwärtige Kante (45) der Ringnut (37) gebildet wird, die die Grenzlinie zwischen einer ersten Konusfläche (30) und der Ringnut (37) bildet.  
20

8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dichtbereich (32; 46; 48) durch eine Kante (46) gebildet wird, die am Übergang der Ringnut (37) zum stromabwärts der Ringnut (37) gelegenen Teil der Ventildichtfläche (35) ausgebildet ist.  
25

9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der stromabwärts der Ringnut (37) gelegene Teil der Ventildichtfläche (35) als konvexer Endabschnitt (39) ausgebildet ist.

10. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventildichtfläche (35) eine erste Konusfläche (30), eine stromabwärts zur ersten Konusfläche (30) angeordnete zweite Konusfläche (31) und eine stromabwärts zur zweiten konischen Fläche (31) angeordnete dritte Konusfläche (32) umfasst.

11. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Konusfläche (30) einen kleineren Öffnungswinkel aufweist als die zweite Konusfläche (31), so dass an der Grenzlinie zwischen den Konusflächen (30; 31) der erste Dichtbereich als umlaufende Kante (34) ausgebildet ist.

12. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Konusfläche (32) einen größeren Öffnungswinkel aufweist als der konische Ventilsitz (18).

13. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der zweiten Konusfläche (31) und der dritten Konusfläche (32) eine Ringnut (37) ausgebildet ist, die die Einspritzöffnungen (20) überdeckt.

14. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventildichtfläche (35) eine erste Konusfläche (30), eine stromabwärts zur ersten Konusfläche (30) angeordnete obere Konusfläche (31a), eine stromabwärts dazu angeordnete untere Konusfläche (31b) und eine stromabwärts dazu angeordnete dritte Konusfläche (32) umfasst, wobei der erste Dichtbereich durch die Kante (45) zwischen der ersten Konusfläche (30) und der oberen Konusfläche (31a) gebildet wird und der zweite Dichtbereich zwischen der unteren Konusfläche (31b) und der dritten Konusfläche (32).



15. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dichtbereich (32; 46; 48) vor dem ersten Dichtbereich (31; 34) bei der Bewegung der Ventilhohlnadel (8) auf den Ventilsitz (18) zu am Ventilsitz (18) zur Anlage kommt.

5

16. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass in der Ventilhohlnadel (8) eine Ventilnadel (10) längsverschiebbar angeordnet ist, die die Öffnung wenigstens einer weiteren Einspritzöffnung (22), die vom Ventilsitz (18) ausgeht, steuert.

10

17. Brennkraftmaschine mit wenigstens einem Brennraum und wenigstens einem Kraftstoffeinspritzventil, durch das Kraftstoff in den Brennraum einspritzbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffeinspritzventil gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16 ausgebildet ist.

.5





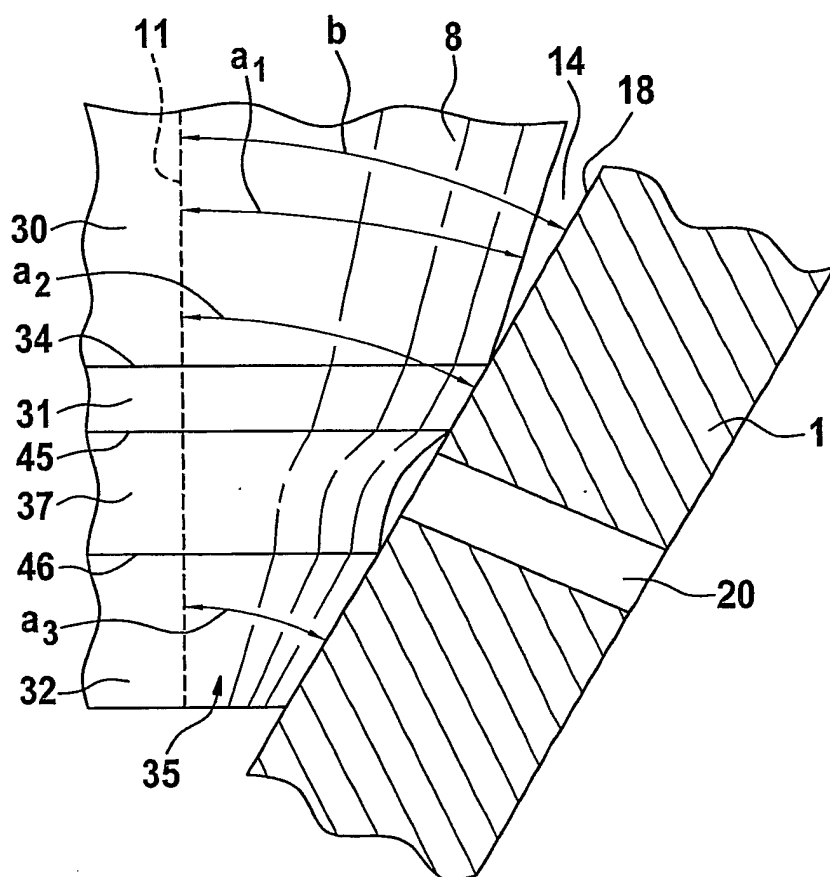


Fig. 3

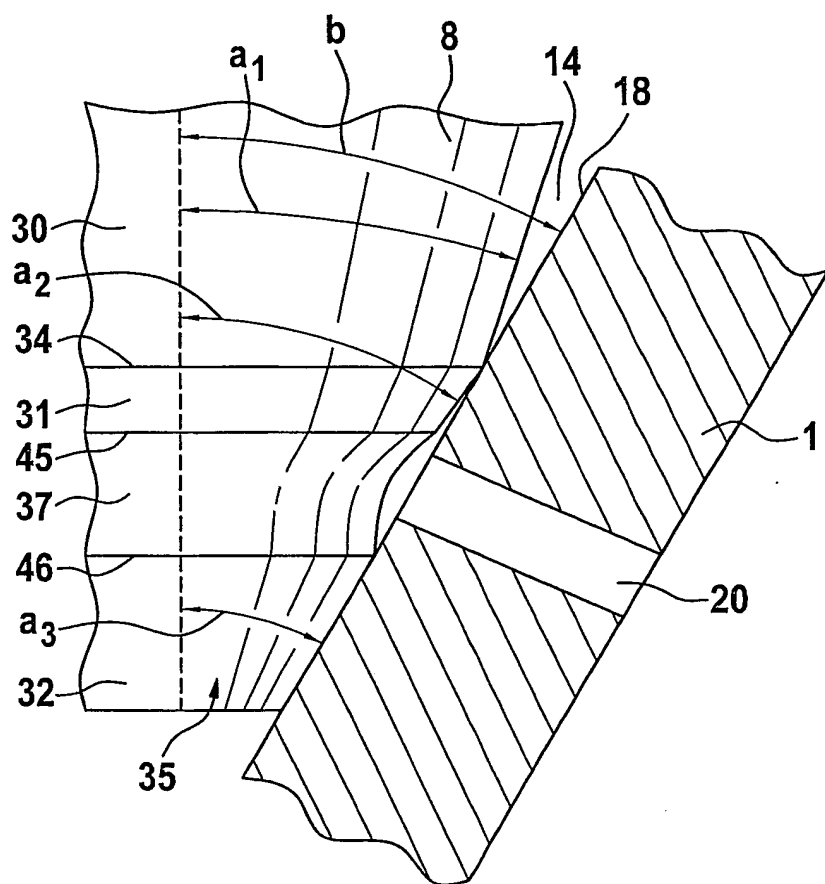
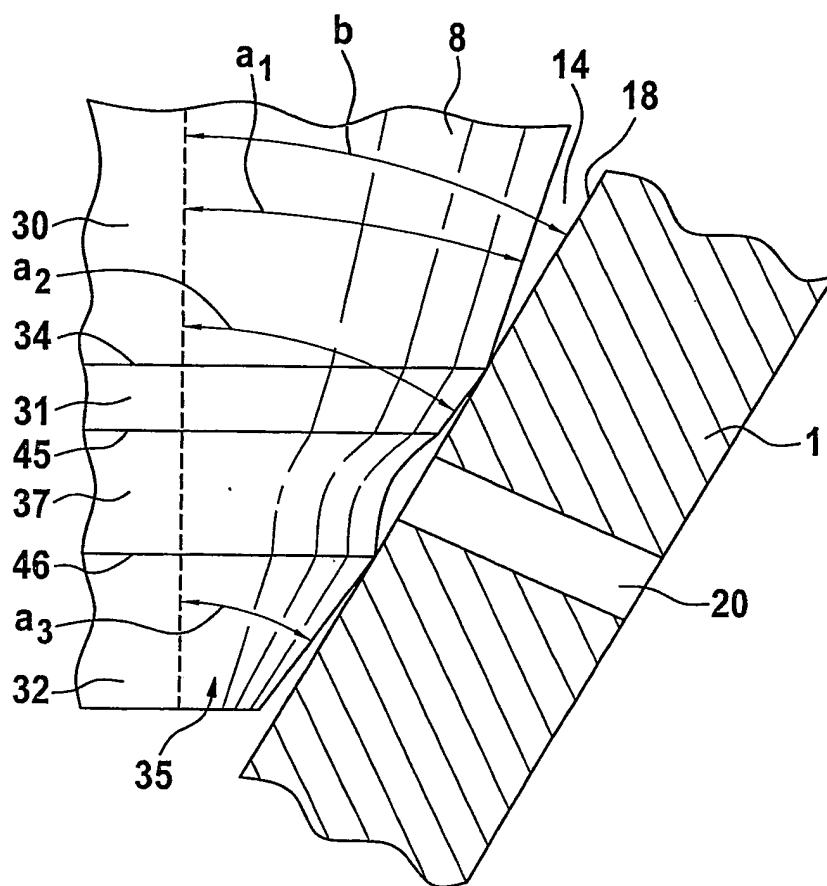


Fig. 4

**Fig. 5**

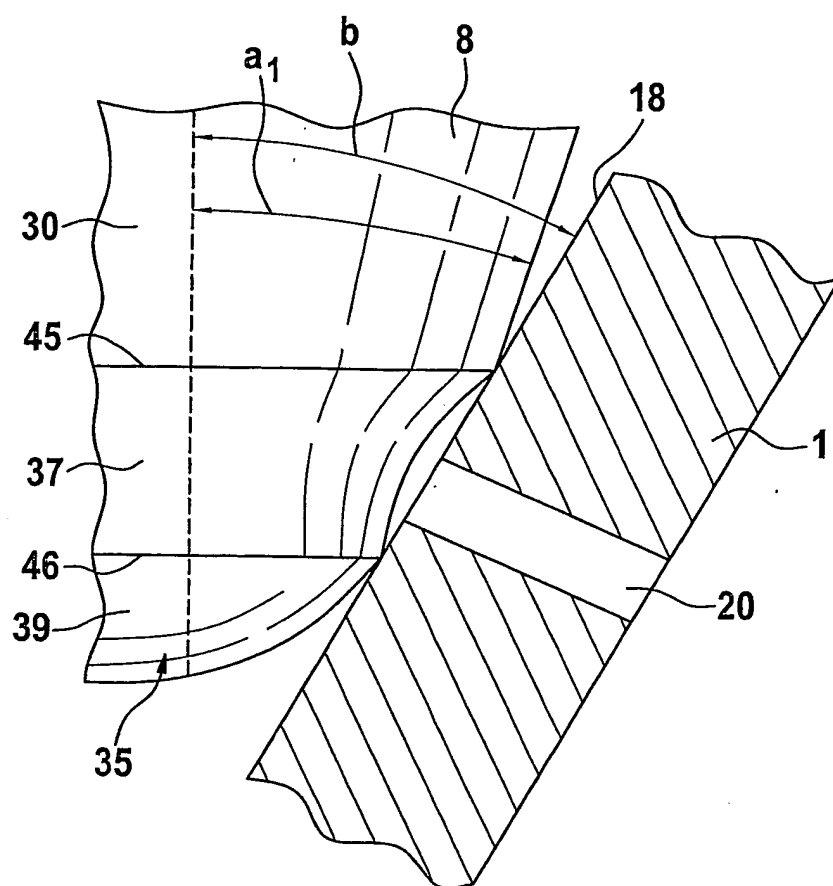
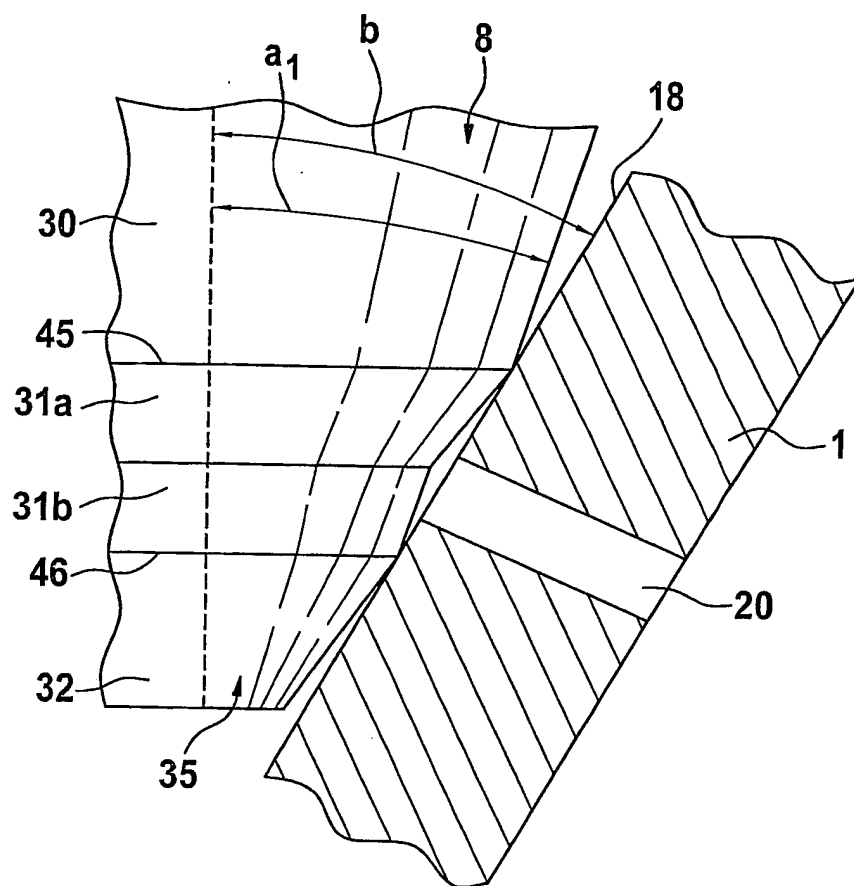


Fig. 6

**Fig. 7**



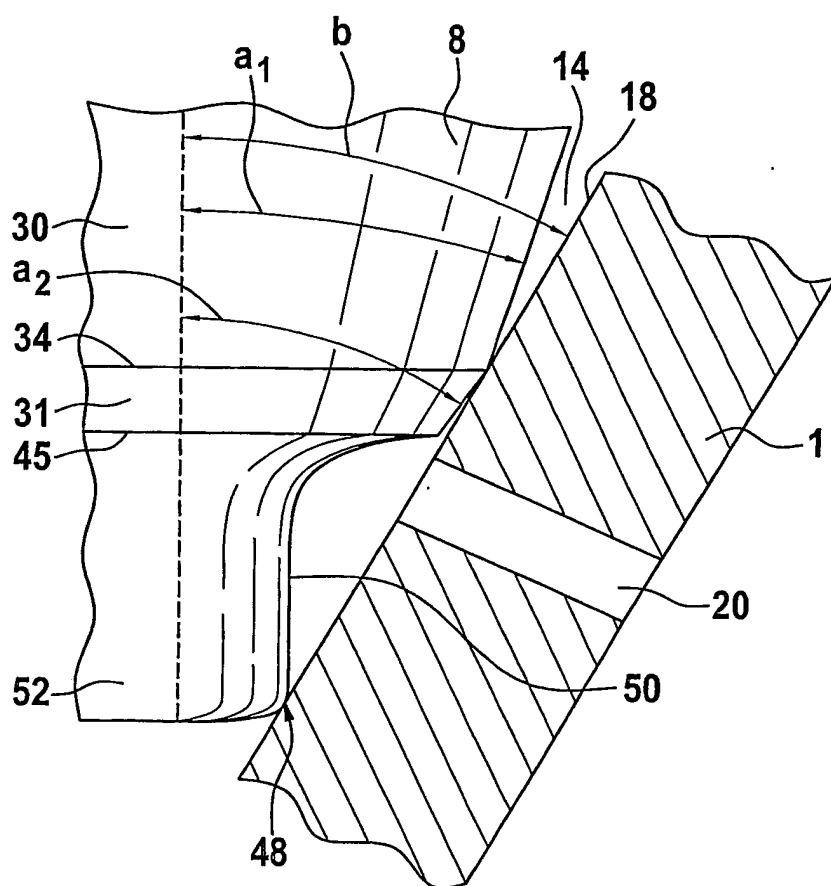


Fig. 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/D/2003/03561

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F02M45/08 F02M61/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 520 659 A (WAERTSILAE DIESEL INT) 30 December 1992 (1992-12-30) column 1, line 52 -column 4, line 26; figures	1-8,10, 12,15-17
P,X	WO 03/040543 A (BOSCH GMBH ROBERT ;BOECKING FRIEDRICH (DE)) 15 May 2003 (2003-05-15) page 7, paragraph 2; figures	1-10, 15-17
A	FR 2 328 855 A (LUCAS INDUSTRIES LTD) 20 May 1977 (1977-05-20) page 2, line 3 - line 37; figures	1
A	DE 100 58 153 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6 June 2002 (2002-06-06) cited in the application figures	1
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 April 2004

Date of mailing of the international search report

21/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 03/03561

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 470 348 A (BOSCH GMBH ROBERT) 12 February 1992 (1992-02-12) abstract; figures ----	1
A	EP 1 136 693 A (FIAT RICERCHE) 26 September 2001 (2001-09-26) abstract; figures -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/DE03/03561

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0520659	A	30-12-1992	FI 88333 B	15-01-1993
			AT 112816 T	15-10-1994
			DE 69200519 D1	17-11-1994
			DE 69200519 T2	16-02-1995
			EP 0520659 A1	30-12-1992
			JP 3289954 B2	10-06-2002
			JP 5180112 A	20-07-1993
			US 5199398 A	06-04-1993
WO 03040543	A	15-05-2003	DE 10155227 A1	22-05-2003
			WO 03040543 A1	15-05-2003
FR 2328855	A	20-05-1977	FR 2328855 A1	20-05-1977
DE 10058153	A	06-06-2002	DE 10058153 A1	06-06-2002
			WO 0242631 A1	30-05-2002
			EP 1339966 A1	03-09-2003
EP 0470348	A	12-02-1992	DE 4023223 A1	23-01-1992
			DE 59100345 D1	07-10-1993
			EP 0470348 A1	12-02-1992
			JP 4232375 A	20-08-1992
EP 1136693	A	26-09-2001	IT T020000269 A1	21-09-2001
			EP 1136693 A2	26-09-2001
			US 2001054656 A1	27-12-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/03/03561

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F02M45/08 F02M61/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 520 659 A (WAERTSILAE DIESEL INT) 30. Dezember 1992 (1992-12-30) Spalte 1, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 26; Abbildungen	1-8, 10, 12, 15-17
P, X	WO 03/040543 A (BOSCH GMBH ROBERT ; BOECKING FRIEDRICH (DE)) 15. Mai 2003 (2003-05-15) Seite 7, Absatz 2; Abbildungen	1-10, 15-17
A	FR 2 328 855 A (LUCAS INDUSTRIES LTD) 20. Mai 1977 (1977-05-20) Seite 2, Zeile 3 - Zeile 37; Abbildungen	1
A	DE 100 58 153 A (BOSCH GMBH ROBERT) 6. Juni 2002 (2002-06-06) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen	1
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. April 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/04/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Torle, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/ISA/03/03561

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 470 348 A (BOSCH GMBH ROBERT) 12. Februar 1992 (1992-02-12) Zusammenfassung; Abbildungen ----	1
A	EP 1 136 693 A (FIAT RICERCHE) 26. September 2001 (2001-09-26) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/03/03561

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0520659	A	30-12-1992	FI 88333 B	15-01-1993
			AT 112816 T	15-10-1994
			DE 69200519 D1	17-11-1994
			DE 69200519 T2	16-02-1995
			EP 0520659 A1	30-12-1992
			JP 3289954 B2	10-06-2002
			JP 5180112 A	20-07-1993
			US 5199398 A	06-04-1993
WO 03040543	A	15-05-2003	DE 10155227 A1	22-05-2003
			WO 03040543 A1	15-05-2003
FR 2328855	A	20-05-1977	FR 2328855 A1	20-05-1977
DE 10058153	A	06-06-2002	DE 10058153 A1	06-06-2002
			WO 0242631 A1	30-05-2002
			EP 1339966 A1	03-09-2003
EP 0470348	A	12-02-1992	DE 4023223 A1	23-01-1992
			DE 59100345 D1	07-10-1993
			EP 0470348 A1	12-02-1992
			JP 4232375 A	20-08-1992
EP 1136693	A	26-09-2001	IT T020000269 A1	21-09-2001
			EP 1136693 A2	26-09-2001
			US 2001054656 A1	27-12-2001